

PAT-NO: JP02003068949A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003068949 A  
TITLE: HEAT SINK, POWER SEMICONDUCTOR MODULE, AND IC PACKAGE  
PUBN-DATE: March 7, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ENDO, HIDEKI	N/A
YANASE, SHINGO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DOWA MINING CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2001252488  
APPL-DATE: August 23, 2001

INT-CL (IPC): H01L023/373, H05K007/20

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a heat sink that shows superior flatness after bonding in the assembling process of a power semiconductor module, IC packages, etc., does not cause cracks in soldered junctions due to a heat cycle on bonding or in its used environment, is excellent in thermal conductivity and cost, and is made of a copper-based alloy.

SOLUTION: The copper-based alloy used for forming this heat sink has a 0.2% proof stress of  $\geq 300$  N/mm<sup>2</sup>, a 0.2% proof stress of  $\geq 90\%$  of the 0.2% proof stress after the alloy is heated to 400°C for 10 minutes, and a coefficient of thermal conductivity of  $\geq 350$  W/m.K and contains at least one kind of element selected from among Fe, Co, and Ni and P in a total amount of 0.01-0.3%. The heat sink has a length of 10-200 mm on each side and a thickness of 0.1-5 mm. The assembled flatness and heat radiating property of this heat sink are improved by curving the heat sink to a radius of curvature of  $\geq 100$  mm and warping the heat sink to a warpage of  $\leq 200$   $\mu$ m.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-68949

(P2003-68949A)

(43) 公開日 平成15年3月7日(2003.3.7)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース(参考)
H 0 1 L 23/373		H 0 5 K 7/20	B 5 E 3 2 2
H 0 5 K 7/20		H 0 1 L 23/36	M 5 F 0 3 6

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全9頁)

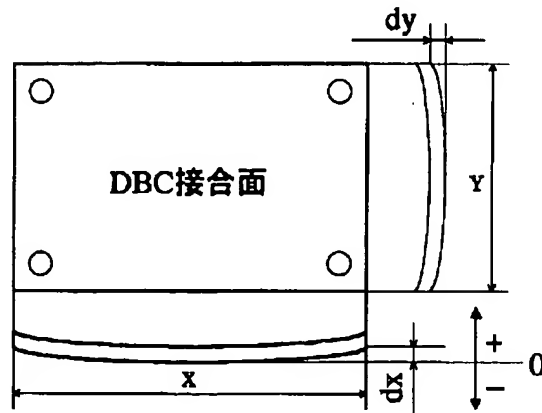
(21) 出願番号	特願2001-252488(P2001-252488)	(71) 出願人	000224798 同和鉱業株式会社 東京都千代田区丸の内1丁目8番2号
(22) 出願日	平成13年8月23日(2001.8.23)	(72) 発明者	遠藤 秀樹 東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 同和鉱業株式会社内
		(72) 発明者	柳瀬 真吾 東京都千代田区丸の内1丁目8番2号 同和鉱業株式会社内
		(74) 代理人	100075214 弁理士 丸岡 政彦
		Fターム(参考)	5E322 AA11 FA09 5F036 AA01 BB01 BD01

(54) 【発明の名称】 放熱板およびパワー半導体モジュール、ICパッケージ

## (57) 【要約】

【課題】 パワー半導体モジュールやICパッケージ等の組立工程において、接合後の平坦性に優れ、接合時や使用環境時のヒートサイクルによってはんだ接合部にクラックが発生せず、且つ熱伝導、コスト的に優れた銅基合金製放熱板を提案する。

【解決手段】 0.2%耐力が300N/mm<sup>2</sup>以上で、400℃で10分間の加熱後の0.2%耐力が加熱前の0.2%耐力の90%以上であり、熱伝導率が350W/m・K以上であって、Fe、CoおよびNiからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素とPとを合計で0.01~0.3%含有する銅基合金を用いた、各辺の長さがそれぞれ10~200mmで板厚が0.1~5mmの放熱板において、形状が曲率半径100mm以上の湾曲状で、その量がそれぞれ200μm以下を与えることによって、組み立て工程後の平坦性に優れ、熱放散性を向上させたことを特徴とする放熱板を提供する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 0.2%耐力が300N/mm<sup>2</sup>以上、熱伝導率が350W/m・K以上の銅基合金であることを特徴とする放熱板。

【請求項2】 0.2%耐力が300N/mm<sup>2</sup>以上、熱伝導率が350W/m・K以上、400℃で10分間加熱後の0.2%耐力が該加熱前の0.2%耐力の90%以上の銅基合金であることを特徴とする放熱板。

【請求項3】 0.2%耐力が300N/mm<sup>2</sup>以上、熱伝導率が350W/m・K以上、400℃で10分間加熱後の結晶粒径が25μm以下の銅基合金であることを特徴とする放熱板。

【請求項4】 0.2%耐力が300N/mm<sup>2</sup>以上、熱伝導率が350W/m・K以上、400℃で10分間加熱後の0.2%耐力が該加熱前の0.2%耐力の90%以上、該加熱後の結晶粒径が25μm以下の銅基合金であることを特徴とする放熱板。

【請求項5】 前記銅基合金がFe、CoおよびNiからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素とPとを合計で0.01~0.3%含有し、残部が不可避不純物および銅からなる銅基合金である、請求項1~4のいずれかに記載の放熱板。

【請求項6】 各辺の長さがそれぞれ10~200mmの正方形または長方形、該各辺のそり量がそれぞれ200μm以下、厚さが0.1~5mmである、請求項1~5のいずれかに記載の放熱板。

【請求項7】 各辺の長さがそれぞれ10~200mmの正方形または長方形、該各辺のそり形状が湾曲状で曲率半径が100mm以上、厚さが0.1~5mmである、請求項1~5のいずれかに記載の放熱板。

【請求項8】 各辺の長さがそれぞれ10~200mmの正方形または長方形、該各辺のそり量がそれぞれ200μm以下、該各辺のそり形状が湾曲状で曲率半径が100mm以上、厚さが0.1~5mmである、請求項1~5のいずれかに記載の放熱板。

【請求項9】 請求項1~8のいずれかに記載の放熱板を用いたことを特徴とするパワー半導体モジュールまたはICパッケージ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パワー半導体モジュールやICパッケージ等の半導体装置における銅基合金を使用した放熱板に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】パワー半導体モジュールは、半導体素子、銅パターン、絶縁板、導体層、放熱板より構成される半導体装置で、エアコン、洗濯機といった家電製品や、自動車、産業用機器に広く使用されている。また、PC等のICパッケージにおいては、近年の高密度化、高機能化に伴い、熱対策が重要な課題となっており、ヒ

2

ートスプレッドと呼ばれる放熱板が使用されている。これらの放熱板は、パワー半導体モジュールやICパッケージから発生する熱を効率良く放散する必要があるもので、熱伝導性に優れていることが求められる。その他にも放熱板に求められる特性は多様で、例えばパワー半導体モジュールでは、組立工程において、図1に示すように金属-セラミックス接合基板（接合基板という。）と放熱板は、はんだで接合されており、はんだ接合部の健全性やヒートシンクに取り付けられるので放熱板の平坦度が重要になる。

【0003】また、使用時において、パワー半導体モジュールは作動状況に応じて温度変化が激しく、熱膨張係数が異なる接合基板と放熱板間のはんだ接合部には応力が負荷される。このヒートサイクルにおいて、はんだ接合部にクラック等の欠陥が発生しないことが求められる。一方、ICパッケージで使用される放熱板では、半導体チップとの接合部の信頼性が重要であり、また、BGAパッケージ等を使用される放熱板は、バックプレートとして強度（剛性）が必要となる。強度（剛性）は組立工程時に低下しないことが必要である。以上のように、パワー半導体モジュールやICパッケージで使用される放熱板は熱伝導性を始めとして多様な要求を満足する必要がある、更に家電製品やPCの低価格化に伴い、価格が低廉であることが望まれる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】放熱板に使用される材料として、熱膨張係数が絶縁基板やICチップに近いCu-Cu<sub>2</sub>O系やAl-SiC系、Cu-W系等が考えられるが、コスト的に高価であり、熱伝導性が不足している。そこで熱伝導性に優れ、コスト的にも優位性のある銅基合金が広く使用されている。熱伝導率が高く、放熱板用材料として一般的である無酸素銅は材料の0.2%耐力が不足しているため、補強材としての役割も必要である放熱板の変形を防止することができない。また、放熱板は接合時に200~350℃で数分間の加熱が必要となる。無酸素銅はこの条件で加熱すると、材料が軟化して、組立後に放熱板の平坦性を得ることが難しい。

【0005】無酸素銅以外では、Cu-Zr系、Cu-Ag系、Cu-Sn系、Cu-Sn-P系、Cu-(Fe、Co、Ni)-P系が高い熱伝導性を有した実用銅基合金である。しかしPを含有していないCu-Zr系、Cu-Ag系、Cu-Sn系は鍛造工程において、大気中で溶解、凝固すると、酸素濃度が高くなってしまふ。そこで設備的に雰囲気制御が必要となるので、製造コストの面で不利になる。また、Cu-Zr系、Cu-Ag系は含有成分の価額面でも不利となる。更にCu-Ag系は0.2%耐力や耐熱特性が不足しており、Cu-Sn系はSn濃度が低いと0.2%耐力や耐熱特性が不足し、Sn濃度が高いと熱伝導性が低下してしまう。Cu-Sn-P系も特性面でCu-Sn系と同様であ

る。従来は放熱板用材料として認知されていないが、Cu-(Fe、Co、Ni)-P系は析出強化型銅基合金で、0.2%耐力や耐熱性と導電率のバランスに優れた合金である。

【0006】しかし、これら銅基合金の熱膨張係数は $16 \times 10^{-6} \sim 18 \times 10^{-6} / K$ であり、パワー半導体モジュールの絶縁基板で使用されるAlNやAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等、半導体チップに使用されるSi等の熱膨張係数はいずれも $10 \times 10^{-6} / K$ 未満なので、銅基合金を放熱板用材料として使用する場合は、組立工程における接合部の信頼性が課題とされていた。例えばパワー半導体モジュールにおいては、放熱板と接合基板をはんだ接合すると、図3に示したように、はんだの凝固に伴い、放熱板が熱膨張係数の差によってそってしまう。このようにそった状態では、放熱板とヒートシンクをねじ止めしても、接触面積が少ないので、必要とする放熱性が得られない。また、ヒートシンクと放熱板の接触面積を増やすために、ねじ止め箇所を増やして接合すると、はんだ接合部にクラックが発生したり、絶縁基板が割れる恐れがある。よって組立後の放熱板の平坦性が課題となっていた。本発明は、上記問題を解決すべく価格が低廉で熱伝導性に優れ、且つ組立工程、使用時における接合部の信頼性に優れたパワー半導体モジュールやICパッケージ等の半導体装置で使用される放熱板の提供を目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、熱伝導率が高く、組立工程時の加熱によって材料が軟化せず、補強材として剛性に優れた銅基合金を用いた放熱板を、また、パワー半導体モジュールの絶縁基板やICパッケージの半導体チップとの熱膨張係数の相違による接合部信頼性や放熱板の平坦性を得るために、接合温度、時間、接合部面積等の接合条件に応じて、大きさやそり量を制御した放熱板を、さらには、これらの放熱板を用いたパワー半導体モジュールやICパッケージを提供するものである。

【0008】すなわち、本発明は第1に、0.2%耐力が $300 N/mm^2$ 以上、熱伝導率が $350 W/m \cdot K$ 以上の銅基合金であることを特徴とする放熱板；第2に、0.2%耐力が $300 N/mm^2$ 以上、熱伝導率が $350 W/m \cdot K$ 以上、 $400^\circ C$ で10分間加熱後の0.2%耐力が該加熱前の0.2%耐力の90%以上の銅基合金であることを特徴とする放熱板；第3に、0.2%耐力が $300 N/mm^2$ 以上、熱伝導率が $350 W/m \cdot K$ 以上、 $400^\circ C$ で10分間加熱後の結晶粒径が $25 \mu m$ 以下の銅基合金であることを特徴とする放熱板；第4に、0.2%耐力が $300 N/mm^2$ 以上、熱伝導率が $350 W/m \cdot K$ 以上、 $400^\circ C$ で10分間加熱後の0.2%耐力が該加熱前の0.2%耐力の90%以上、該加熱後の結晶粒径が $25 \mu m$ 以下の銅基合金で

あることを特徴とする放熱板；第5に、前記銅基合金がFe、CoおよびNiからなる群から選ばれる少なくとも1種の元素とPとを合計で0.01~0.3重量%

(合金組成の重量%を、単に、%という。)含有し、残部が不可避不純物および銅からなる銅基合金である、第1~4のいずれかに記載の放熱板；第6に、各辺の長さがそれぞれ10~200mmの正方形または長方形、該各辺のそり量がそれぞれ $200 \mu m$ 以下、厚さが0.1~5mmである、第1~5のいずれかに記載の放熱板；第7に、各辺の長さがそれぞれ10~200mmの正方形または長方形、該各辺のそり形状が湾曲状で曲率半径が100mm以上、厚さが0.1~5mmである、第1~5のいずれかに記載の放熱板；第8に、各辺の長さがそれぞれ10~200mmの正方形または長方形、該各辺のそり量がそれぞれ $200 \mu m$ 以下、該各辺のそり形状が湾曲状で曲率半径が100mm以上、厚さが0.1~5mmである、第1~5のいずれかに記載の放熱板；第9に、第1~8のいずれかに記載の放熱板を用いたことを特徴とするパワー半導体モジュールまたはICパッケージを提供するものである。

【0009】

【発明の実施の形態】以下に本発明の内容を具体的に説明する。放熱板はバックプレートとして補強材の役割を果たす必要があるため、機械的強度が必要となる。組立後のパワー半導体モジュールやICパッケージが変形しないこと、つまり放熱板自身が変形しないことが必要となる。そこで、放熱板に使用される銅基合金の変形しない指標となるのが0.2%耐力である。特に板厚が薄い放熱板に要求される特性であり、0.2%耐力が $300 N/mm^2$ 以上であれば変形を防ぐことができる。 $300 N/mm^2$ 未満の場合は、組立工程中及び使用時において、ICパッケージが変形し、動作信頼性が低下してしまう。好ましくは0.2%耐力が $350 N/mm^2$ 以上であることが望まれる。また、放熱板の加工時において、例えばヒートスプレッドはエッチングにて成形される場合もあるが、コスト面でプレス加工の方が有利である。プレス加工を行う場合、材料が平坦度を保つ強度を有していないと、金型内に材料を送ることが難しくなる。0.2%耐力が $300 N/mm^2$ 以上であればプレス作業性は良好であるが、 $300 N/mm^2$ 未満の場合は、材料を金型内に送り、精度良く打抜くことが困難になる。

【0010】放熱板の主たる役割は、半導体素子から発生する熱を放熱板内に吸収して、外部へ伝達及び放出することである。パワー半導体モジュールにおいては高機能化、PCのCPUでは高機能化、高密度化が進んでおり、いずれも発熱量が増加しているため、高い熱伝導性を有した放熱板が求められている。そこで放熱板に使用される材料の熱伝導率は $350 W/m \cdot K$ 以上であることが必要である。 $350 W/m \cdot K$ 未満の場合は、使用

時に半導体素子から発生した熱をヒートシンクへ十分に伝達することができず、パワー半導体モジュールやICパッケージの動作信頼性が低下する。

【0011】放熱板は、パワー半導体モジュールにおいては接合基板と、ICパッケージにおいては半導体素子とそれぞれ接合される。接合時に放熱板は200～350℃で、数分間加熱される。この時に材料が軟化するとICパッケージの放熱板ではバックプレートの役割を果たすことができない。又、パワー半導体モジュールの放熱板では、平坦性を保つことができず、そった状態となる。この状態ではヒートシンクに接合しても、接触面積が少なく、放熱性が低下する。更に組立工程時、使用時のヒートサイクルによって、はんだ接合部にクラックが発生する恐れがある。そこで実用上最も熱が加わる接合条件と考えられる400℃で10分間の加熱後で材料が軟化しない、つまり加熱後の0.2%耐力が、加熱前の0.2%耐力の90%以上であることが必要である。好ましくは全く低下しないことが望まれる。

【0012】パワー半導体モジュールの放熱板は、接合基板と接合する場合、図3に示したようにはんだが凝固すると、絶縁基板と放熱板の熱膨張係数差によってそりが発生する。その後時間経過とともにはんだのクリープによって放熱板が変形(復元)する。はんだ凝固時のそり量は放熱板に使用される材料の0.2%耐力、耐熱性や接合基板の大きさ、加熱条件に起因する。そこで放熱板は平坦性を得るために、接合後の経時変化(復元)を考慮して、図2に示すようにそりをつける必要がある。そりは接合基板との接合面を上面として、下に凸の場合を+、上に凸の場合を-とする。そのそり量は-の場合、接合後の復元に全く意味をなさず、接合後の平坦性が得られない。+200μmより大きいと、接合基板と放熱板の接合部に空間やボイドが発生しやすくなり、接合部の健全性が低下してしまう。またそりをつけるのも難しくなり、生産性、コスト面で不利になる。よってそり量は200μm以下であることが必要である。好ましくは100μm以下であることが望まれる。

【0013】又、放熱板のそりはその形状が図4(a)に示したように湾曲状であることが望ましい。図4(b)のようにV字型や図4(c)のようにW字型では、同じようにそり量をつけても、接合基板と放熱板の接合部及び半導体素子と放熱板の接合部に空間やボイドが発生しやすくなり、接合部の健全性が低下する。又、パワー半導体モジュールにおいては絶縁板が割れる恐れがある。これは図4(a)においても、湾曲部の形状によって発生する場合がある。そこで図4(a)、

(b)、(c)のいずれの場合においても曲率半径が一定以上であれば良い。曲率半径が100mm以上であれば、接合部の健全性は低下せず、絶縁板が割れることも無い。また図4(c)のように複数箇所に湾曲部が存在する場合は、すべてが100mm以上の曲率半径であ

ば良い。

【0014】このようにそり付けする放熱板においては、大きさや板厚も制約が必要となる。放熱板の形状は正方形または長方形が一般的である。放熱板には、ヒートシンクとねじ止めするために必要なφ20mm以下の穴が0～10個加工されていても良い。又、用途によって正方形または長方形のコーナー部に加工が施されていても良い。放熱板の大きさおよび板厚については、一辺の長さが10mm未満および200mmより大きい場合、板厚が0.1mm未満および5mmより厚い場合はそり付けが難しく、特に一辺の長さが200mm、板厚が5mmを超える場合には設備も大きくなり、コスト面で不利になる。

【0015】放熱板に使用される材料について、組立工程時の加熱後の結晶粒径が25μmより大きい場合は、結晶粒径のバラツキが大きくなりやすく、局所的に機械特性値が異なってしまうので、図3に示したような復元力が得られない。よって放熱板に使用される材料は400℃で10分間の加熱後に結晶粒径が25μm以下でなくてはならない。好ましくは20μm以下が望まれる。

【0016】熱伝導率が350W/m・K以上、0.2%耐力が300N/mm<sup>2</sup>以上であり、400℃で10分間の加熱で軟化せず、且つ製造コストが低廉であるためには、(Fe、Co、Ni)-P系析出物を利用した銅基合金が適している。一般的に銅基合金の0.2%耐力、耐熱性を向上させる手段として、析出強化と固溶強化が利用される。析出強化型銅基合金は、固溶強化型銅基合金と比べて、熱伝導率を低下させずに0.2%耐力、耐熱性を向上することができる。このような析出強化型銅基合金のうち、(Fe、Co、Ni)-P系析出物を利用することは、製造上、原料費及び設備面でコスト的に有利なためである。このように(Fe、Co、Ni)-P系析出物を利用するにあたって、Fe、Co、Niのうち少なくとも1種以上と更にPを合計で0.01～0.3%含有する必要がある。0.01%未満の場合は、析出物量が少ないので、十分な0.2%耐力や耐熱性が得られない。又0.3%より多い場合は、必要となる熱伝導率が得られないためである。

【0017】

【実施例】以下に本発明の実施例を示すが本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

【0018】[実施例1] 表1に化学成分(単位:%)を示す、本発明の放熱板用の銅基合金No.1～No.5および比較用銅基合金No.6～No.16を高周波誘導溶解炉を用いて溶製し、40×40×150(mm)の鋳塊を鋳造した。その後、40×40×30(mm)の試片を切り出し、900℃で60分の均質化処理を行い、8.0mmまで熱間圧延し、水冷、酸洗を行った。しかる後に、冷間圧延、焼鈍、冷間圧延を繰り返して、板厚3.0mmの試片を作製した。

【0019】

\* \* 【表1】

	No.	合金系	Fe	Co	Ni	P	Fe+Co+Ni+P	その他	Cu
本発明材	1	Cu-Fe-P	0.05			0.02	0.07		残部
	2	Cu-Fe-P	0.08			0.03	0.11		残部
	3	Cu-Co-P		0.11		0.035	0.145		残部
	4	Cu-Fe-Co-P	0.06	0.04		0.038	0.136		残部
	5	Cu-Fe-Ni-P	0.15		0.06	0.05	0.26		残部
比較材	6	Cu(C1020)							>99.9
	7	Cu(C1020)							>99.9
	8	Cu-Zr						Zr:0.10	残部
	9	Cu-Ag						Ag:0.10	残部
	10	Cu-P				0.03	0.03		残部
	11	Cu-Sn						Sn:0.15	残部
	12	Cu-Sn-P				0.006	0.006	Sn:0.15	残部
	13	Cu-Ni-Sn-P			0.15	0.05	0.20	Sn:0.07	残部
	14	Cu-Mg-P				0.12	0.12	Mg:0.20	残部
	15	Cu-Fe-P	0.006			0.002	0.008		残部
	16	Cu-Fe-Ni-P	0.20		0.15	0.07	0.42		残部

【0020】このようにして得られた銅基合金No. 1～16について、表2に示したように熱伝導率、0.2%耐力、400℃で10分間加熱後の0.2%耐力及び結晶粒径、ビッカース硬さを調査した。熱伝導率は導電率から算出し、導電率、0.2%耐力、ビッカース硬さは、それぞれJIS H 0505、JIS Z 2244 1、JIS Z 2244に準拠して測定した。400℃で10分間の加熱は、図5に示す装置を用いた。結晶粒径は材料表面をエメリー紙を用いて研磨した後にバフ研※

※磨、エッチングして、光学顕微鏡を用いて測定した。又、製造コストについては、実機で製造した場合の原料コスト、品質面からの不良ロスを考慮して評価した。○は製造コストが低廉なものであり、△は添加元素コスト問題、製品品質問題、製法時の特定の処理の必要性、のいずれか1つに該当するもの、×は2つ以上該当するものを示す。

【0021】

【表2】

	No.	ビッカース硬さ(HV)	熱伝導率(W/m・K)	0.2%耐力(N/mm <sup>2</sup> )		400℃, 10分間加熱後の結晶粒径(μm)	製造コスト
				加熱前	400℃, 10分間加熱後		
本発明材	1	109	364	313	309	20	○
	2	114	358	350	345	17	○
	3	115	360	381	377	18	○
	4	130	358	400	385	11	○
	5	121	353	389	372	14	○
比較材	6	110	396	348	62	70	○
	7	104	394	283	260	51	○
	8	119	369	382	376	15	×
	9	114	380	331	286	31	△
	10	109	336	350	268	40	○
	11	114	342	341	291	29	○
	12	108	332	337	289	38	○
	13	120	286	372	369	20	○
	14	152	328	520	494	10	×
	15	104	376	308	142	53	○
	16	138	310	450	442	14	○

【0022】以上のように測定を行った銅基合金を図6に示した装置でプレス加工した。プレス加工後の板形状は図2に示したような長辺側X=100mm、短辺側Y=50mmの長方形で、長辺側にd<sub>x</sub>=+80μm、図4(a)に示す湾曲状のそりを付けた。その曲率半径は1200mmとした。プレス加工した板に図7に示した接合基板をはんだで接合した。はんだはJIS Z 3282のH60Aを用いた。接合条件は350℃で7分間★

40★とした。接合直後及び接合後から10時間、50時間、100時間経過したときのそり量を測定した。その結果を表3に示す。そり量はダイヤルゲージで構成された図8に示す装置で測定した。試験結果は100時間後の平坦度で判定した。判定基準は0±50μm以内を合格とした。

【0023】

【表3】

	No.	0.2%耐力(N/mm <sup>2</sup> )		そり量dx(μm)					平坦度判定
		加熱前	400℃, 10分間加熱後	基板接合前	基板接合直後	10hr.後	50hr.後	100hr.後	
本発明品	1	313	309	80	-196	-84	-63	-41	○
	2	350	345	80	-184	-80	-60	-38	○
	3	381	377	80	-173	-61	-39	-21	○
	4	400	385	80	-168	-56	-34	-18	○
	5	389	372	80	-175	-64	-41	-24	○
比較品	6	348	62	80	-250	-220	-220	-220	×
	7	283	260	80	-240	-150	-145	-140	×
	8	382	378	80	-177	-65	-46	-28	○
	9	331	286	80	-228	-110	-94	-82	×
	10	350	288	80	-240	-147	-141	-135	×
	11	341	291	80	-208	-90	-78	-57	×
	12	337	289	80	-218	-103	-87	-68	×
	13	372	369	80	-180	-73	-53	-31	○
	14	520	494	80	-130	-20	-6	+8	○
	15	308	142	80	-242	-210	-204	-197	×
	16	450	442	80	-158	-41	-18	-3	○

【0024】表2、3の結果から、本発明品No. 1～5は、製造コストが低廉で、熱伝導性が優れ、機械的強度が十分であり、且つ接合基板と接合後の平坦性に優れている。従って、本発明品はパワー半導体モジュールやICパッケージ等に使用する放熱板として優れている。これに対して、0.2%耐力が300N/mm<sup>2</sup>未満であり、400℃で10分間加熱した後の結晶粒径が25μmより大きいNo. 7と、400℃で10分間の加熱後の0.2%耐力が加熱前の90%未満であり、結晶粒径が25μmより大きいNo. 6、No. 9～12、15は、ほとんど接合時に材料が軟化してしまい、接合後の経時変化で材料の平坦性が復元しないので、接合基板を接合して100時間後のそり量が大きく、放熱板の平坦性が劣っている。そり量の判定基準を満足しているNo. 13、14、16は熱伝導率が350W/m・K未満であって熱放散性が劣っている。そり量が判定基準を満たしており、放熱性が優れているNo. 8は、Zrを使用しているために、原料コストが高く、また鋳造、熱間圧延工程でZr-O系酸化物が品質面に悪影響を及ぼすので、製造コストの面でも劣っている。

\*【0025】〔実施例2〕実施例1の表1に示す組成の本発明銅基合金No. 1およびこれと同一組成の銅基合金No. 17～22を用いて、プレス加工時につけたそりの大きさと接合基板と接合後の平坦性について調査した。No. 1、17～22の銅基合金を、図6に示した装置でプレス加工した。プレス加工後の板形状は、図2に示したような長辺側X=100mm、短辺側Y=50mmの長方形とした。長辺側に図4(a)に示す湾曲状で、表4に示すそり量をつけた。このようにプレス加工した板に接合基板を接合した。接合方法及び平坦度の測定方法、接合基板と接合後のそり量判定基準は実施例1と同じである。接合部健全性は、接合基板と接合後100時間までに、ほとんど接合部にクラックが発生した場合を×、発生しなかった場合を○で評価した。そりつけ性は図6の装置だけではそりつけができず、レベラーやハンマーによる矯正が必要な場合を×、図6に示した装置でそり付け可能な場合は○で評価した。

【0026】

【表4】

	No.	そり量dx(μm)					平坦度判定	接合部健全性	そりつけ性
		基板接合前	基板接合直後	10hr.後	50hr.後	100hr.後			
本発明品	1	+80	-196	-84	-63	-41	○	○	○
	17	+30	-230	-96	-74	-48	○	○	○
	18	+130	-150	-58	-49	-28	○	○	○
	19	+200	-61	+8	+24	+31	○	○	○
比較品	20	-20	-260	-117	-94	-75	×	○	○
	21	+250	-17	+31	+42	+48	○	×	×
	22	+300	+29	+68	+77	+81	×	×	×

【0027】表4の結果から、本発明品No. 1、17～19は、接合基板と接合後の平坦性が優れ、且つほとんど接合部にクラック等の発生がなく、そりつけ性が優れている。一方、そりつけ量が0μm未満のNo. 20は接合基板と接合後の平坦性が劣っており、そり量が200μmより大きいNo. 21、22はほとんど接合部にクラックが発生し健全性が劣っており、さらにそり付け性も劣って

※いる。したがって本発明品はパワー半導体モジュールの放熱板として優れている。

【0028】〔実施例3〕実施例1の表1に示す組成の本発明銅基合金No. 1と同一組成の銅基合金No. 23～32を用いて、板の形状とそりつけ性について調査した。No. 1銅基合金と同一組成の銅基合金について、実施例1の製法で板厚8.0mmの試片を作製し、その後

冷間圧延、焼鈍を繰り返して、表5に示すNo. 23～32の各種の板厚の試片を作製した。このように製造したNo. 23～32の銅基合金を図6に示した装置でプレス加工した。プレス後の板形状は表5に示す大きさ及びそり量とし、そり形状は図4(a)に示す湾曲状とした。そり量0 $\mu$ mは、プレス後にそりつけを行わず、打抜き後の平坦性を調査するために実施した。表5に示した本\*

	No.	板厚(mm)	長さ(mm)		長辺そり量( $\mu$ m)	そりつけ性
			長辺	短辺		
本 発 明 品	23	0.30	100	50	0 $\pm$ 10	0/10
	24	0.30	100	50	100 $\pm$ 10	0/10
	25	0.30	150	100	0 $\pm$ 10	0/10
	26	1.00	100	50	0 $\pm$ 10	0/10
	27	3.00	100	50	0 $\pm$ 10	0/10
比 較 品	28	0.08	100	50	0 $\pm$ 10	2/10
	29	0.30	250	180	100 $\pm$ 10	1/10
	30	1.00	250	180	100 $\pm$ 10	3/10
	31	3.00	250	180	100 $\pm$ 10	5/10
	32	6.00	100	50	0 $\pm$ 10	3/10

【0030】表5の結果から、本発明の板形状であるNo. 23～27は、いずれもプレス後の板矯正が必要なく、プレス加工性に優れている。従って本発明品はプレス生産性に優れており、プレス打抜き後の平坦性も優れていることから、パワー半導体モジュールやICパッケージ用放熱板として優れている。これに対して、板厚が0.1mm未満であるNo. 28、板厚が5mmより大きいNo. 32、長辺が200mmより長いNo. 29～31はいずれもそり量にバラツキがあるので、そりつけ性が劣っている。

【0031】【実施例4】実施例1の表1に示す本発明銅基合金No. 1と同一組成の銅基合金No. 33～39を用いて、そり形状と、接合基板と放熱板のはんだ接合部健全性について調査した。No. 1の本発明材と同一組成 ※

\* 発明の形状であるNo. 23～27及び比較の形状であるNo. 28～32は、それぞれ10枚ずつプレス加工した。そりつけ性の評価はレベラーやハンマーで矯正が必要な枚数で判定した。そり量の判定基準は狙い値 $\pm 10\mu$ m以内とした。

【0029】

【表5】

※の銅基合金を、図6に示した装置でプレス加工した。プレス加工後の板形状は、図2に示したような長辺側X=100mm、短辺側Y=50mmの長方形とし、長辺側に $d_x = +80\mu$ mのそり量で、表6に示す曲率半径でそりをつけた。湾曲部は図4(a)、(c)に示すようにそれぞれ1個か3個とした。3個の場合は中心部の曲率半径を一番小さくした。このようにプレス加工した板に接合基板を接合した。接合方法及び平坦度の測定方法、そり量判定基準は実施例1と同じである。接合部健全性は、接合基板接合後100時間までに、はんだ接合部にクラックが発生した場合を×、発生しなかった場合を○で評価した。

【0032】

【表6】

	No.	湾曲部数	曲率半径(mm)	接合基板接合前そり量( $\mu$ m)	接合基板接合100時間後そり量( $\mu$ m)	接合部健全性
本 発 明 品	33	1	1500	+80	-38	○
	34	1	800	+80	-42	○
	35	1	100	+80	-45	○
	36	3	500	+80	-44	○
比 較 品	37	1	50	+80	-63	×
	38	3	80	+80	-59	×
	39	3	30	+80	-72	×

【0033】表6の結果から、本発明品であるNo. 33～36は、いずれも接合基板接合後の平坦性に優れ、はんだ接合部にクラックは発生しなかった。一方曲率半径が100mm未満であるNo. 37～39は平坦度に劣り、はんだ接合部にクラックが発生した。更にNo. 38、39は絶縁基板に割れが発生した。従って本発明品は、パワー半導体モジュール用放熱板として優れている。

【0034】

【発明の効果】以上の実施例から明らかなように、本発明の銅基合金を使用した放熱板は強度、熱伝導性、耐熱★50

40★性およびプレス加工性に優れ、組立工程、使用時における接合部信頼性に優れており、且つ安価に製造できることから、この放熱板を用いて特性の優れたパワー半導体モジュールやICパッケージ等の半導体装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】パワー半導体モジュールの側面図である。

【図2】放熱板の長さ、そり量を記入した平面図、側面図である。

【図3】放熱板の復元力を示す側面図である。

【図4】放熱板のそり形状を示す側面図であり、(a)



13

14

は湾曲状のそり形状、(b)はV字型のそり形状、  
(c)はW字型のそり形状の側面図である。

【図5】放熱板の加熱装置の側面図である。

【図6】銅合金条材のプレス加工装置の断面図である。

【図7】接合基板の平面図、側面図である。

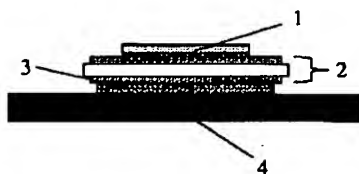
【図8】放熱板のそり量測定装置の側面図である。

【符号の説明】

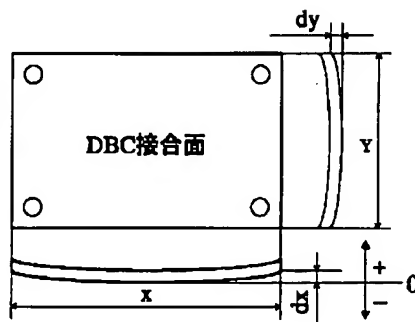
- 1 半導体素子
- 2 金属-セラミックス接合基板
- 3 はんだ
- 4 放熱板
- 5 純銅板
- 6 温度制御装置
- 7 ホットプレート

- 8 試片
- 9 材料
- 10 レベラー
- 11 プレス機
- 12 順送金型
- 13 そりつけ部
- 14 銅パターン
- 15 絶縁基板
- 16 導体層
- 10 17 ダイヤルゲージ
- 18 放熱板固定台
- X 放熱板の長辺側長さ (mm)
- Y 放熱板の短辺側長さ (mm)
- $d_x$  放熱板の長辺側そり量 ( $\mu\text{m}$ )
- $d_y$  放熱板の短辺側そり量 ( $\mu\text{m}$ )

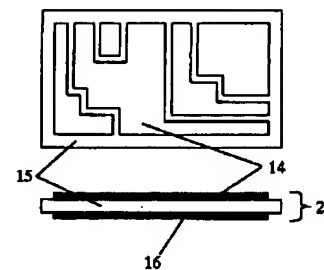
【図1】



【図2】



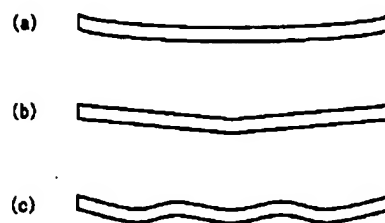
【図7】



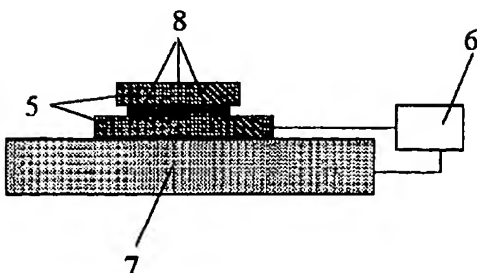
【図3】



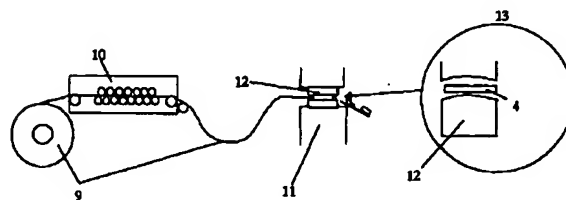
【図4】



【図5】



【図6】



【図8】

